



2025

НАУКОВІ ПРАЦІ

НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Том 31 № 1

*Журнал
«Наукові праці Національного університету харчових технологій»
видається з 1938 року*

КИЇВ ✦ НУХТ ✦ 2025

Автоматизація та інформаційні технології

Залозний Р. В., Засць Н. А. Використання методів навчання з підкріпленням у системі керування аквапонікою

Біотехнології

Шопінський В. В., Буценко Л. М. Біотехнологічний потенціал ендофітних мікроорганізмів у підвищенні стійкості рослин до абіотичних стресів

Шопова З. С., Поліщук В. Ю., Дуган О. М. Теоретичний аналіз створення надпродуцентів рибофлавіну шляхом регуляції активності ізочитратплази в аскоміцетів роду *Eremonothecium*

Економіка, менеджмент і маркетинг

Сімкін Д. О., Петухова О. М. Аутсорсинг як інструмент підвищення ефективності діяльності підприємств харчової промисловості

Механічна та електрична інженерія

Тептя В. В., Остра Н. В., Малогулько Ю. В., Сікорська О. В., Повстянко К. О. Інноваційні підходи до забезпечення стабільного електропостачання і запобігання відключенням: український досвід

Авдєєва Л. Ю., Макаренко А. А. Сучасні методи виробництва сушеного м'яса і м'ясних продуктів

Балиута С. М., Копилова Л. О., Сіноков Д. В., Жуков М. Ю., Кондрашевський М. С. Адаптивне регулювання напруги в системах електрозабезпечення із розосередженою генерацією

Володін С. О., Мирончук В. Г., Васильківський К. В., Запорожець О. В. Інженерний аналіз та оптимізація систем керування позиційними приводами в загірно-регульовальних системах продуктопроводів

Погорилий Т. М. Моделювання оптимальних параметрів роботи горизонтальної центрифуги для отримання крохмалю типу «А»

Харчові технології

Сімахіна Г. О., Науменко Н. В. Нові можливості оздоровчого харчування з позицій нутригенетики та нутригеноміки

Automation and information technologies

7 *Zalozny R., Zaets N.* Using reinforcement learning methods in an aquaponic control system

Biotechnologies

21 *Shopinskiy V., Butsenko L.* Biotechnological potential of endophytic microorganisms in enhancing plant resistance to abiotic stresses

37 *Shopova Z., Polishchuk V., Dugan O.* Theoretical analysis of the creation of riboflavin overproducers through regulation of isocitrate lyase activity in ascomycetes of the genus *Eremonothecium*

Economy, Management and Marketing

57 *Simkin D., Pietukhova O.* Outsourcing as a tool for enhancing efficiency in the food industry enterprises

Mechanical and Electrical Engineering

70 *Teptya V., Ostra N., Malohulko Yu., Sikorska O., Povstyanko K.* Innovative approaches to ensuring stable electricity supply and prevent power outages: ukrainian experience

87 *Avdieieva L., Makarenko A.* Modern approaches to the production of dried meat and meat products

107 *Baliuta S., Kopylova L., Sinyukov D., Zhukov M., Kondrashevsky M.* Adaptive voltage regulation in power supply systems with distributed generation

120 *Volodin S., Myronchuk V., Vasylykivskiy K., Zaporozhets O.* Engineering analysis and optimization of positioning actuator control systems in locking and regulating systems of product pipes

131 *Pohorilyi T.* Optimal parameters simulation of the horizontal centrifuge for receiving type "A" starch

Food Technologies

145 *Simakhina G., Naumenko N.* The novelty opportunities of healthy nutrition in terms of nutrigenetics and nutrigenomics

УДК 796.035+796.412:615.874.2-055.2

THE NOVELTY OPPORTUNITIES OF HEALTHY NUTRITION IN TERMS OF NUTRIGENETICS AND NUTRIGENOMICS

G. Simakhina, N. Naumenko

*National University of Food Technologies***Key words:**

*Healthy nutrition
Nutritiology
Nutrigenomics
Nutrigenetics
Personalized nutrition
genome*

Article history:

Received 09.01.2025
Received in revised form
29.01.2025
Accepted 07.02.2025

Corresponding author:

N. Naumenko

E-mail:

lyutik.0101@gmail.com

Citation: Сімахіна Г. О.,
Науменко Н. В. (2025).
Нові можливості оздоров-
чого харчування з позицій
нутригенетики та нутри-
геноміки. *Наукові праці
НУХТ*, 31(1), 145—156.
DOI: 10.24263/2225-
2924-2025-31-1-13

ABSTRACT

The nutritiological researches accomplished during the last 10—15 years have improved the positive impact of principally new generation foodstuffs (foods for well-being) on normalization all body organs and systems functioning, prevention of alimentary dependent illnesses.

Having based on these researches, the new industrial branch — healthy food industry — emerged and is currently developing, particularly in Ukraine. The uniqueness of its theoretical as well as practical dimensions is that the purpose of its activity and the main effectiveness criterion is the social effect: improvement and retention of health state in our citizens, the enhancement of their life quality.

Therefore, the food industry, including its new branch — the healthy nutrition, is changing in accordance with the updated data obtained by nutritiology and, in process, by nutrigenetics and nutrigenomics. One of the main trends to apply their knowledge and opportunities is to correct the metabolic disorders in the body, and also to prevent the numerous chronic non-infectious diseases.

Now there are continuing the theoretical and experimental studies in the field of healthy nutrition and its ability to enhance the body mechanisms to get adapted to the malignant environmental factors and thenceforth to get ready for self-regulation and self-restoration. The other trends are the identification of the essential nutrients to make the special healthy influence on the body; the search for the new natural sources, including those nontraditional, to create the healthy foodstuffs and natural food supplements containing the biologically active components capable of "turning on" or "turning off" the certain genes, dependently on the body issues.

The authors of this article displayed the fact that, taking into consideration the nutrigenomic and nutrigenetic properties of foodstuffs and natural food additives, it would be possible in the nearer future to significantly increase the effectiveness of their intake to improve the health state in people, to prolong their active life, and to strengthen the Ukrainian nation genetic fund.

DOI: 10.24263/2225-2924-2025-31-1-13

НОВІ МОЖЛИВОСТІ ОЗДОРОВЧОГО ХАРЧУВАННЯ З ПОЗИЦІЙ НУТРИГЕНЕТИКИ ТА НУТРИГЕНОМІКИ

Г. О. Сімахіна, Н. В. Науменко

Національний університет харчових технологій

Нутриціологічними дослідженнями останніх 10—15 років доведено позитивний вплив принципово нового покоління харчових продуктів — оздоровчих, на нормалізацію функціонування усіх органів і систем організму людини, запобігання виникненню та розвитку аліментарних хвороб.

На основі цих досліджень у харчовій промисловості виокремилася та інтенсивно розвивається нова галузь — індустрія оздоровчих продуктів. Її своєрідність як науки, так і практики в тому, що метою діяльності і основним критерієм ефективності є соціальний ефект: поліпшення та збереження стану здоров'я, підвищення якості життя наших громадян.

Харчова індустрія, зокрема її принципово нова галузь — оздоровче харчування, стрімко змінюється відповідно до нових наукових даних нутриціології, а останнім часом і нутригеноміки та нутригенетики. До основних напрямів використання їхніх знань і можливостей належить корегування метаболічних порушень в організмі людини, а також запобігання розвитку багатьох хронічних неінфекційних хвороб.

Тривають теоретичні й експериментальні дослідження в галузі оздоровчого харчування; його здатність підвищувати адаптаційні можливості організму до несприятливих чинників довкілля, до саморегулювання та самовідновлення; ідентифікація основних нутрієнтів, які здійснюють специфічні оздоровчі впливи на організм; пошук нових природних джерел, зокрема нетрадиційних, для виробництва оздоровчих продуктів і натуральних дієтичних добавок, що містять біокомпоненти, здатні «вмикати» та «вимикати» певні гени залежно від потреб організму.

У статті на основі літературних даних показано, що врахування нутригеномних і нутригенетичних властивостей оздоровчих продуктів і натуральних дієтичних добавок надасть можливість у недалекому майбутньому істотно підвищити ефективність їх застосування для поліпшення стану здоров'я населення, подовження тривалості активного життя громадян, зміцнення генофонду української нації.

Ключові слова: *оздоровче харчування, нутриціологія, нутригеноміка, нутригенетика, персоналізоване харчування, геном.*

Постановка проблеми. Сучасний рівень життя вимагає великої уваги до всіх сторін функціонування організму людини, особливо у несприятливих умовах довкілля, і всіх можливих засобів його підтримання (Сімахіна, Кочубей-Литвиненко, & Науменко, 2024). Тому дедалі більшого значення набуває оздоровче харчування як напрям сучасної нутриціології, метою якого є підвищення розумової та фізичної працездатності індивіда, резистентності організму до екстремальних умов жит-

тедіяльності, поліпшення функціонування всіх органів і систем, підвищення якості життя, досягнення активного довголіття (Калашніков, Курділь, & Худайкулова, 2022; Матасар, & Петрищенко, 2023).

Протягом двох останніх десятиліть бурхливий розвиток молекулярно-генетичних методів дослідження спричинив виникнення і розвиток нових напрямів нутриціології — нутригеноміки та нутригенетики (Kohlmeier, 2016), у яких реально виокремити спеціалізовані піднапрями, наприклад, оздоровча нутригеноміка та оздоровча нутригенетика, за аналогією зі спеціалізованим піднапрямом «спортивна нутригеноміка та нутригенетика». Таку назву запропонували автори (Дроздовська, Пастухова, & Імас, 2018), виходячи з рекомендацій М. Абрахамса, який ввів до наукового обігу термін «практична нутригеноміка» (Abrahams, 2011).

Нутригеноміка вивчає вплив нутріуму (комбінації всіх нутрієнтів, що надходять в організм) на зміни метаболізму шляхом контролю активності генів, тобто досліджує спеціальний напрям у харчуванні (Guest, 2015; Nutrigenomics, 2009). Нутригеноміка послуговується молекулярними інструментами для розуміння характеру відповіді організму на певний раціон, відповідаючи на запитання, як нутрієнти впливають на активність геному (Ordovas, & Mooser, 2004). Фахівці з'ясували, що компоненти харчових продуктів можуть «вмикати» або «вимикати» певні гени, активуючи таким чином конкретні фізіологічні процеси в організмі, що сприяє розвиткові захворювань або їх запобіганню та лікуванню (Нутригеноміка, 2016).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Нутриціологи, дієтологи, фізіологи, біохіміки одержали безмежне поле діяльності для вивчення особливостей харчування осіб різної статі і різних вікових категорій для персоналізованого харчування. З нашої точки зору, основою такого раціону може стати оздоровче харчування як реалізована на сьогодні прадавня мрія людства про ідеальну їжу.

Фахівці виявили понад 300 генів, поліморфізми яких (різні успадковані варіації) у структурах ДНК можуть зумовлювати індивідуальні реакції організму на специфічні нутрієнти (Teguzzi et al., 2011), і більш ніж 100 поліморфізмів, пов'язаних із розвитком ожиріння при неправильному харчуванні (Rankinen et al., 2006). Тож нутрієнти, які не відповідають особливостям геному конкретної людини, можуть викликати розвиток захворювання через порушення процесів метаболізму.

Можна також прогнозувати, що ефективність уживання оздоровчих продуктів і натуральних дієтичних добавок, які пропонувано включати до комбінованих харчових раціонів (Сімахіна, Науменко, & Михайлова, 2024), також залежатиме від генетичних особливостей споживача.

Відомо, наприклад, що ряд дієтичних добавок, зокрема омега-3 ПНЖК, альфаліпоева кислота, поліфеноли зеленого чаю, ізофлавоноїди сої, антоціаніни, деякі каротиноїди здійснюють позитивний вплив на геном (Calder, 2012). Акцент на ці біокомпоненти необхідно враховувати при розробленні нових оздоровчих продуктів.

Напрямок здорового харчування — наймолодша галузь харчових технологій, тому й не дивно, що досі ні доказова медицина, ні нутриціологія не досліджували його з позицій молекулярно-генетичних маркерів, з точки зору знань нутригено-

міки та нутригенетики. Тому дуже багато проблем і запитань, на які медики й технологи чекають відповідей і які дозволять адекватно скорегувати склад і рецептуру нових продуктів безпосередньо для персоналізованих дієт.

Сьогодні персоналізоване харчування — не просто модний термін, а й нагальна необхідність його розроблення та використання у зв'язку зі збільшенням кількості випадків порушення процесів метаболізму в населення і пов'язаним із цим зростанням аліментарних хвороб.

Персоналізоване харчування трактується як підхід до формування оптимізованого раціону споживача з урахуванням його індивідуальних особливостей, таких як генотип, метаболізм, схильність до певних захворювань тощо, а також уподобання та харчові звички (Chaudhary, 2021; Verma, 2018).

Нутригеноміка та нутригенетика на рівні з науковими напрямками мають і етичні проблеми, які досі у сфері оздоровчого харчування не розглядалися та зводилися лише до врахування уподобань споживачів у виборі тих чи тих продуктів. З цієї точки зору постають запитання: як люди сприйматимуть нові продукти, розроблені спеціально під їхні потреби, зважаючи на генотип? Чи з розумінням поставляться споживачі до рекомендацій нутриціологів щодо оформлення генетичного паспорта харчування? І таких питань виникатиме дедалі більше. Залишається сподіватись, що нові відкриття в галузі здорового персоналізованого харчування, отримані спільними зусиллями нутриціологів, дієтологів, технологів, допоможуть відповісти на всі поточні питання.

Мета статті: на основі сучасних наукових результатів нутриціології, нутригеноміки та нутригенетики окреслити новий вектор включення оздоровчого харчування як базового складника до персоналізованих дієт.

Матеріали і методи. Загальнонаукові методи (аналіз, синтез, абстрагування, узагальнення, порівняння та аналогії); аналіз друкованих праць українських та зарубіжних учених, електронних джерел інформації.

Викладення основних результатів дослідження. Знання генетичних особливостей організму та направленою регулювання експресії генів, що беруть участь в адаптації організму до підвищених фізичних і психоемоційних навантажень (найбільш характерних у наш час для військовослужбовців) уможливить, разом із відповідним персоналізованим харчуванням, запобігання розвитку ряду хвороб, особливо генетично зумовлених, прискорене одужання та реабілітацію, відновлення порушених функцій організму та забезпечення нормальної його життєдіяльності (Milner et al., 2008; Ross, 2003).

До відома: експресія генів — це процес, у ході якого спадкова інформація, що кодується в гені, перетворюється на РНК або білок.

Останні дослідження показали, що в арсеналі нутриціологів, дієтологів, терапевтів, гастроентерологів з'явилася інформація щодо 38 генів, поліформізми яких корелюють саме з аліментарними захворюваннями (Pavlidis, 2015), і ці дані реально пов'язати з реакцією організму на різний тип харчування. А нутриціологія, своєю чергою, отримує надзвичайно перспективний напрям досліджень, у якому оздоровчі продукти та натуральні дієтичні добавки знайдуть своє пріоритетне призначення.

Потреба в персоналізованому харчуванні підтверджується також дослідженнями у галузі нутригеноміки, яка застосовує молекулярні інструменти для пошуку та розуміння відповіді індивідуума на певний раціон. На думку фахівців, потреба в персоналізованому харчуванні викликає необхідність застосування методів проекту «Геном людини» (Watson, 1990) в українській практиці.

Це міжнародний проект наукових досліджень геному людини, мета якого полягала у визначенні послідовностей ДНК, локалізації генів та їхніх функцій. Проект було розпочато у 1990 р. під керівництвом Нобелівського лавреата Джеймса Вотсона. Перший робочий проект геному опубліковано у 2000 р., завершено у 2003 р., а подальший аналіз генів усе ще триває. Такі дослідження з'ясовують механізм впливу експресії генів на стан здоров'я людини у відповідь на метаболічні процеси в організмі, а також взаємодії між генотипом (тобто спадковою основою організму, єдиною системою взаємодіючих генів) і нутрієнтами.

За результатами виконання міжнародного проекту «Геном людини» було сформульовано ряд питань, які потрібно вивчити у подальших дослідженнях за даним напрямом (Powledge, 2003):

Чи впливає експресія генів у відповідь не метаболічні процеси в організмі людини на стан її здоров'я?

Чи є експресія генів і метаболічна відповідь результатом взаємодії між генотипом людини і її раціоном?

Яким чином процеси взаємодії, що відбуваються між генетичною інформацією та нутрієнтами, можуть визначити особливості харчування конкретної людини?

Імовірно, що саме пошук відповідей на ці запитання і стимулював зародження та розвиток двох нових наукових напрямів — нутригенетики та нутригеноміки. Ці дослідження можуть стати основою нових підходів до побудови харчових раціонів із переважанням різноманітних оздоровчих харчових продуктів та натуральних дієтичних добавок.

Треба віддати данину вдячності за далекоглядність і розуміння стратегічного розвитку харчових галузей колективу авторів Одеського національного технологічного університету та Національного університету харчових технологій, очолюваного відомим в Україні і за її межами ученим, професором, доктором технічних наук Леонідом Капрельянцом за публікацію масштабної і оригінальної оглядової статті, присвяченої сучасним трендам в омікс-біотехнологіях (Капрельянц, Пожіткова, Велічко, Охотська, & Білик, 2024).

Автори першими у вітчизняних публікаціях, присвячених новому поглядові на продукцію харчової промисловості, порушили питання про можливість і доцільність удосконалення технологій, складу та призначення харчових продуктів за рахунок залучення здобутків таких напрямів омікс-технологій, як нутригеноміка і нутригенетика.

Оміксні технології — це комплекс сучасних технологій у молекулярній біології та біотрансформатиці, що включають геноміку, епігеноміку та інші науки (Debnath, Prasad, & Bisen, 2015). Застосування омікських технологій допомагає вивчати організм людини на різних рівнях його організації, а у сфері, яка стосується харчування, нутригеноміка та нутригенетика, забезпечують розуміння взаємовпливу генів і нутрієнтів.

На сьогодні в розпорядженні нутриціологів і дієтологів уже є рекомендації з підбору харчових продуктів для осіб з метаболічними порушеннями за наявності певних поліформізмів генів (Martí, 2002). Відомо також, що нутрієнти здатні впливати на ініціацію процесу експресії генів, змінювати активність тієї їх великої кількості, які безпосередньо пов'язані з метаболічними порушеннями (Martinez, 2003). У ряді досліджень зафіксовано факт взаємодії між генами, що відповідають за ожиріння та діабет II типу, з деякими компонентами харчових продуктів. Отже, одним із механізмів впливу нутрієнтів на генотип людини є їхня участь у молекулярно-генетичних взаємодіях.

Фахівці з'ясували, що продукти, які містять сульфорафан (усі сорти капусти, рукола, редис, редька) та діалілсульфіл (часник), мають здатність «вмикати» гени, пов'язані з позитивними ефектами в організмі людини, зменшуючи ступінь запальних процесів, пригнічуючи мутації. Ще ширший перелік продуктів, які «вимикають» потенційно шкідливі гени; вони водночас активують певні фізіологічні процеси, що сприяє запобіганню хвороб та одужанню (Нутригеноміка, 2016).

Ось приклад продуктів, які мають стати предметами детального вивчення для фахівців зі здорового харчування: холіновмісні продукти (яйця, бобові, печінка); фолієва кислота (хліб, крупи, всі зелені листові овочі, особливо шпинат); бетаїн у складі червоного буряка; усі морепродукти (за рахунок йоду); вітаміни B₆ і B₁₂ (печінка, пивні дріжджі); продукти з підвищеним вмістом ПНЖК омега-3, а також вітамін D₃.

Відома київська дієтологиня Оксана Скиталінська запропонувала ще один термін: «регулювальники роботи генів», які, залежно від умов, можуть «вмикати» або «вимикати» гени. Це біокомпоненти кави (кофеїн), зеленого чаю (катехіни), базиліку, м'яти, шавлії (урсолова кислота), помідорів, броколі, шпинату (альфа-ліпоева кислота). І, як завжди, пріоритетна роль належить вітамінів С, який не лише відіграє одну з найважливіших ролей у підтриманні здоров'я людини, а й захищає геном від ушкоджень та сприяє його відновленню. Очевидно, перелік таких продуктів буде постійно поповнюватись, оскільки інтенсивно розвиваються дослідження з біохімічного складу сільськогосподарських культур, лікарської та пряноароматичної сировини.

Цікавим є також спостереження дієтологів, що на активність генів впливають не лише компоненти їжі, а й зовнішнє оточення, умови життя людини, стресові ситуації, відсутність фізичної діяльності, неконтрольоване вживання ліків тощо.

Для повноти картини слід згадати, що їжа складається з білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин. Науковиця з Університету штату Мічиган (США) Моніка Дас переконана, що всі нутрієнти та продукти їхнього розпаду здатні запускати так звані «генетичні перемикачі» (очевидно, це те, що Оксана Скиталінська назвала «регулювальниками роботи генів»), які містяться у геномі.

Останні дослідження в нутриціології поглиблюють розуміння того, яким чином можна найбільш ефективно застосувати біокомпоненти харчових продуктів, передусім оздоровчих, для поліпшення і підтримання стану здоров'я людей.

Можна вважати доведеним той факт, що для підвищення результативності будь-яких харчових раціонів, особливо з переважанням оздоровчих продуктів і натураль-

них дієтичних добавок, харчування має бути персоналізованим з урахуванням спадкових і набутих генетичних особливостей організму, залежно від тривалості життя, стану здоров'я та довкілля, харчових звичок і уподобань (Приліпка, Герасименко, & Іщейкіна, 2024). Тому застарілим стало уявлення про те, що всі індивіди мають потреби в одних і тих же нутрієнтах. З цієї точки зору офіційний документ «Норми фізіологічних потреб населення в основних харчових речовинах і енергії» (наказ МОЗ України №1073 від 03.09.2017) теж ґрунтується на застарілих положеннях і не враховує сучасних відомостей про індивідуальні потреби кожної людини в тих чи тих нутрієнтах. Це має спонукати нутриціологів, дієтологів, фізіологів до розроблення персоналізованого харчування: його основу, на наш погляд, мають становити оздоровчі продукти, у складі яких передбачено підвищені концентрації біокомпонентів, здатних «вмикати» гени, що несуть позитивну інформацію, сприяють попередженню розвитку багатьох хронічних захворювань.

На думку фахівців (Voloshyn, Vlasyk, Voloshyna, Ainussi, & Sukholotiuk, 2020), оздоровчі компоненти можуть ініціювати позитивні наслідки та відігравати ключову роль у контролі метаболічних порушень, зокрема таких, як дисліпідемія, інсулінорезистентність, артеріальна гіпертензія тощо. Автори (Фадєєнко, Курінна, & Вовченко) наголошують на тому, що целіакія та ожиріння належать до захворювань, за яких провідну роль у лікуванні посідає персоналізоване харчування. Єдиним імовірним способом лікування целіакії є сувора довічна безглютенова дієта, завдяки якій можна контролювати генетичну схильність індивіда до цієї хвороби.

Український ринок пропонує ряд харчових безглютенових продуктів, і їхній асортимент постійно розширюється. Автори (Дзюндзя, & Труш, 2023) представили досить наочну інформацію щодо найбільш відомих виробників безглютенової продукції, яка відповідає стандартам AOESC. Це українська фірма Ms. Tally, польські Bezgluten та Incoba, італійська Spat, німецька Dr. Schar. Практично всі ці підприємства реалізують борошно із зернових безглютенових культур, макаронні вироби та крупи, деякі борошняні кондитерські вироби. Цими найменуваннями поки що обмежується асортимент українських виробників, а зарубіжні фірми поповнюють наш ринок ще й різноманітними хлібобулочними та кондитерськими виробами, тістечками, пластівцями. Польська і німецька фірми пропонують також сухі сніданки.

Навіть цей короткий перелік показує, що найбільша частка безглютеновий виробів належить закордонним фірмам. У перспективі можна очікувати на зростання асортименту такої продукції від українських виробників, адже саме цей сегмент ринку називають найдинамічнішим. Відомо, що Україна є лідером з вирощування зернових безглютенових культур і при раціональних способах їх перероблення може скласти гідну конкуренцію зарубіжним фірмам, а з часом (зокрема, після завершення російсько-української війни) досягти належного рівня продовольчої безпеки і в цьому важливому напрямі інноваційних харчових технологій.

Підтвердженням цієї тези є перелік безглютенових продуктів, які вже можна придбати у Києві (Горач, Михалик, & Гусар, 2021): ТМ «Asparagus» — борошно соргове; ТОВ «Крохмалепродукти України» — крупа сарго; ТМ «Healthy Tradition»

— сухі сніданки «Raw Granola» та батончики без цукру; ТОВ «Ай да Бейкер» — печиво «Кориця».

Щодо лікування ожиріння, автори зазначеної статті посилаються на результати наукового дослідження, виконаного під керівництвом професора І. Аркадіаноса (Arkadianos, Valdes, & Marinos, 2007), у ході якого всім пацієнтам було запропоновано персоналізоване харчування з урахуванням 24 генетичних поліморфних маркерів у 19 генах, які регулюють метаболізм. Установлено, що така немедикаментозна терапія, розроблена відповідно до генотипу, сприяла істотному зниженню маси тіла, і надалі виявила тенденцію до підтримання швидкості зниження маси тіла протягом року.

Якщо ж розробляти нові оздоровчі продукти для лікування ожиріння, то потрібно насамперед включати до їхніх рецептур вітаміни, амінокислоти, антиоксиданти, поліненасичені жирні кислоти, харчові волокна. Застосування методів нутригеноміки та нутригенетики надасть можливість визначити їхні оптимальні концентрації та співвідношення для активації тих генів, які регулюють процеси метаболізму.

Урахування нутригеномних і нутригенетичних властивостей оздоровчих продуктів та натуральних дієтичних добавок дасть змогу в недалекому майбутньому істотно підвищити ефективність їх використання з точки зору поліпшення стану здоров'я громадян і подовження тривалості життя.

Незважаючи на революційність ідей нутригенетичної та нутригеномної інформації, досі не проведено спеціальних медичних наукових досліджень щодо залучення цих ідей до розроблення нових харчових продуктів для системи здорового харчування. Сьогодні можна орієнтуватись поки що на генетичний харчовий паcпорт.

Паспорт харчування на основі ДНК надає індивідуальний та науково обґрунтований підхід до покращення здоров'я та загального самопочуття через персоналізоване харчування. Генетичний паспорт харчування враховує особливості організму людини, її генетичні дані, і це допомагає розробити оптимальну дієту, що підтримує метаболізм, знижує ризик захворювань і підвищує ефективність засвоєння нутрієнтів.

Рекомендації щодо харчування, засновані на генетичній інформації конкретного індивіда, допоможуть краще збалансувати споживання жирів, білків і вуглеводів, сприяючи досягненню та підтриманню нормального функціонування організму. У разі виявлення генетичної непереносимості лактози, глютену, підвищеної чутливості до кофеїну, можна змінити харчування, щоб уникнути негативних симптомів і покращити самопочуття.

Харчування, підібране з урахуванням генетичного профілю окремої людини, може підвищити рівень енергії, покращити сон і зміцнити імунну систему (Генетичний, 2024).

Дослідження, необхідні для формування генетичного паспорта харчування, дають змогу об'єктивно оцінити потребу індивіда в певних нутрієнтах. Досить характерним є оцінювання ефективності включення ПНЖК омега-3 до харчових раціонів, необхідних для нормального функціонування. Дуже важливо отримувати

омега-3 жирні кислоти із харчуванням, адже адекватне споживання омега-3 забезпечує профілактику захворювань мозку, хронічних запалень, утомлюваності, хвороб серця (Москоні, 2019). Під час розроблення генетичного паспорта харчування слід урахувувати, що різні люди, які вживають продукти із омега-3 (морепродукти, рибу), засвоюють різну кількість жирних кислот. Тому декому рекомендують підвищені дози омега-3 як із харчовими продуктами, так і у вигляді дієтичних добавок. Для таких людей характерна наявність варіації гену, через який організм не встигає збалансувати вміст омега-3 та омега-6 жирних кислот. Отож їм необхідно ретельно стежити за вживанням омега-3 з метою збереження здоров'я (Генетичний, 2024).

Дуже важливим компонентом харчування є вітамін B₉ (фолієва кислота). Цей вітамін міститься переважно у зелені та продуктах тваринного походження. Але сам вітамін B₉ неактивний у клітинах організму і набуває активної форми (L-метилфолат) за допомогою власних ферментів. В активній формі цей вітамін запобігає багатьом хворобам серця (регулюючи рівень гомоцистеїну), мозку, а також розвитку онкологічних захворювань (Никоненко, Никоненко, Чмуть, & Осауленко, 2020). L-метилфолат особливо важливий у період розвитку плоду.

Вітамін D допомагає підтримувати нормальний рівень кальцію в організмі та забезпечує міцність кісток. Окрім того, що він є у деяких харчових продуктах, людина отримує вітамін, перебуваючи на сонці, а також завдяки діяльності мікроорганізмів у кишечнику. Для багатьох людей, особливо в Україні, сонячного світла недостатньо для оптимального вироблення цього вітаміну, а на мікробіоту кишечника впливають харчові токсини та антибіотики, тому вона не завжди справляється зі своєю функцією. Без достатньої кількості вітаміну D людина потрапляє до групи підвищеного ризику розвитку остеопорозу і деяких патологій мозку. Крім того, вітамін D є потужним геропротектором — речовиною, що сповільнює старіння. Недарма у довгожителів виявлено підвищений вміст цього вітаміну в крові (Паньків, 2021). Наявність даних про вітамін D у генетичному паспорті харчування зумовлює можливість оцінити ризики виникнення і розвитку таких хвороб, як ожиріння і цукровий діабет, і запобігти їм (Маліновська та ін., 2023).

Давати медичні рекомендації з харчування на основі даних нутригенетичного тестування може лише сертифікований лікар-дієтолог, обізнаний у сучасних наукових здобутках нутригенетики, нутригеноміки, нутриціології, а також можливостях оздоровчого персоналізованого харчування в ефективній профілактиці та лікуванні різноманітних хвороб, особливо генетично зумовлених.

Висновки

Нутригеноміка та нутригенетика зародились як результат сучасних досліджень у нутриціології, фізіології із залученням молекулярної біології та генетики. До можливостей цих двох нових наук належить корегування метаболічних станів і синдромів, що забезпечує істотне зменшення кількості аліментарних хвороб.

З огляду на зростання запитів населення на здорове харчування, імплементацію сучасних знань нутригеноміки та нутригенетики у сферу нутриціології, харчова індустрія повинна стрімко змінюватись, відповідаючи на ці виклики часу і

задовольняючи потреби населення в якісних, безпечних, ефективних харчових продуктах, на основі яких реально формувати персоналізовані раціони.

Перспективами подальших досліджень є оптимізація харчування за рахунок включення до раціонів оздоровчих продуктів і натуральних дієтичних добавок з підвищеним вмістом сполук рослинного походження, здатних регулювати активність генів, що допоможе запобігти розвитку багатьох хронічних неінфекційних хвороб.

Дієтологи, нутриціологи, геронтологи отримують необхідну базу даних для розроблення індивідуальних рекомендацій і формування комбінованого складу персоналізованого харчування, у якому генетичні дані пов'язані з оптимальною для певного генотипу дієтою, орієнтованою на зменшення ризику виникнення і розвитку захворювань. Важливим є також подальший пошук і детальніше вивчення харчових сполук, які, впливаючи на певні гени, справляють позитивний вплив на організм людини. Це стосується насамперед флавоноїдів (кверцетин, епігеніни) у складі плодоовочевої сировини, фітоестрогенів соєвих бобів, ресвератролу винограду, куркуміну прянощів тощо.

Поєднання оздоровчої нутригеноміки та нутригенетики з новітніми харчовими технологіями дасть новий поштовх до вдосконалення системи оздоровчого харчування і, як результат, поліпшення здоров'я нації.

Література

Генетичний (2024). Генетичний паспорт харчування та оптимальної ваги. URL: <https://www.testdnk.com.ua/analizu-dnk/genetic-nutrition-passport> (дата звернення 28.01.2025).

Дзюндзя, О. В., Труш, С. С. (2023). Аналіз ринку та перспективи розширення безглютоєвої продукції. *Таврійський науковий вісник*, 1, 57—64. DOI: <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2023.1.6>.

Дроздовська, С. Б., Пастухова, В. А., Імас, С. В. (2018). Нутригенетичні підходи у спортивній дієтології. *Спортивна медицина, фізична терапія та ерготерапія*, 2, 29—39. DOI: <https://doi.org/10.32652/spmed.2018.2.29-39>.

Калашніков, А. А., Курділь, Н. В., Худайкулова, О. О. та ін. (2022). Перспективні напрямки розробки засобів, що здатні підвищувати адаптаційні можливості організму людини в умовах негативного впливу середовища життєдіяльності. *Єдине здоров'я та проблеми харчування України*, 2(57), 41—62. DOI: <https://doi.org/10.33273/2663-9726-2022-57-2-41-62>.

Капрельянц, Л. В., Пожіткова, Л. Г., Велічко, Т. О., Охотська, М. І., Білик, О. А. (2024). Сучасні тренди в омїкс-біотехнологіях — від геноміки до персоналізованих дієт. *Наукові праці НУХТ*, 30(2), 180—202. DOI: <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2024-30-2-16>.

Маліновська, Т. М., Орленко, В. Л., Попова, В. В., Соколова, Л. К., Кравченко, В. І., Булдігіна, Ю. В. (2023). Вітамін D і поліморфізм гена VDR як можливі ланки генетичного патогенезу ожиріння та цукрового діабету в дітей та підлітків. *Ендокринологія*, 28(3), 276—287. DOI: <https://doi.org/10.31793/1680-1466.2023.28-3.276> (дата звернення 28.01.2025).

Матасар, І. М., Петрищенко, Л. М. (2023). Профілактика захворювань аліментарного та аліментарно залежного генезу. *Єдине здоров'я та проблеми харчування України*, 1(58), 56—67. DOI: <https://doi.org/10.33273/2663-9726-2023-58-1-56-67>.

Москоні, Л. (2019). *Їжа для мозку. Наука розумного харчування* / пер. З англ. Київ: Наш формат.

Никоненко, О. С., Никоненко, А. О., Чмуль, К. О., Осауленко, В. В. (2020). Вивчення впливу порушення метаболізму гомоцистеїну та вітаміну D на розвиток деструктивних процесів судинної стінки. *Український журнал серцево-судинної хірургії*, 3(40), 22—27. DOI: <https://doi.org/10.30702/ujcvts/20.4009/050022-027/11.9>.

Нутригеноміка (2016). Нутригеноміка та нутригенетика — науки майбутнього. URL: <https://medwestsnab.com.ua/news/nutrigenomika-i-nutrigenetika-nauki-maybutnogo-chastina-1/> (дата звернення 26.01.2025).

Паньків, І. В. (2021). Вітамін D: нові аспекти застосування, ефективні дози. Сучасний стан проблеми. *Міжнародний ендокринологічний журнал*, 17(1), 38—42. DOI: <https://doi.org/10.22141/2224-0721.17.1.2021.226430> (дата звернення 28.01.2025).

Приліпка, К. О., Герасименко, Л. О., Ішейкіна, Ю. О. (2024). Харчові звички як складові якості життя та стану здоров'я у студентів медиків в умовах воєнного часу. *Перспективи та інновації науки. Серія «Педагогіка», Серія «Психологія», Серія «Медицина»*, 11(45), 2005—2012. DOI: [https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-11\(45\)-2005-2011](https://doi.org/10.52058/2786-4952-2024-11(45)-2005-2011).

Сімахіна, Г. О., Кочубей-Литвиненко, О. В., Науменко, Н. В. (2024). Дієтична добавка адаптогенної дії для екстремальних умов довкілля. *Proceedings of the 7th International Scientific Conference «Global science: prospects and innovations» (March 1-3, 2024)*. Liverpool, GB. P. 247—255. URL: <https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2024/03/GLOBAL-SCIENCE-PROSPECTS-AND-INNOVATIONS-1-3.03.24.pdf>.

Сімахіна, Г. О., Науменко, Н. В., Михайлова, Р. В. (2024). Концептуальні засади формування комбінованого харчового раціону для екстремальних умов життєдіяльності. *Наукові праці НУХТ*, 30(3), 125—137. DOI: <https://doi.org/10.24263/2225-2924-2024-30-3-13>.

Фадєєнко, Г., Курінна, О., Вовченко, М. (2015). Нутригеноміка і нутригенетика: можливості практичного застосування. *Сучасна гастроентерологія*, 6(86), 7—12.

Abrahams, M. (2011). Practical Nutrigenomics: a guide to setting up your personalised nutrition service.

Arkadianos, I., Valdes, A. M., Marinos, E. et al. (2007). Improved weight management using genetic information to personalize a calorie controlled diet. *Nutr. J.*, 6, 29—30.

Calder, Ph. C. (2012). Mechanisms of Action of (n-3) Fatty Acids. *J. Nutrition*, 1—8. DOI: <https://doi.org/10.3945/jn.111.155259>.

Chaudhary, Nisha; Kumar, Vinod; Sangwan, Punesh; Pant, Naveen Chandra; Saxena, Abhishake; Joshi, Shourabh; Yadav, Ajar Nath (2021). Personalized Nutrition and Omics. In: *Comprehensive Foodomics*. Oxford: Elsevier, 495—507. DOI: <https://doi.org/10.1016%2Fb978-0-08-100596-5.22880-1>.

Cozzolino, S., Cominetti, C. (2013). Biochemical and physiological bases of nutrition in different stages of life in health and disease. São Paulo, Brazil: Monole.

Debnath, M., Prasad, G. B. K. S., Bisen, P. S. (2015). Omics Technology. In: *Molecular Diagnostics: Promises and Possibilities*, 11—31. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/978-90-481-3261-4>.

Guest, N. S., Jamnik, J., Womack, Ch., El-Sohemy, A. (2015). Genetic variation related to caffeine metabolism or response during exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12 (Suppl. 1), 53.

Kohlmeier, M. (2016). Nutrigenetics: Applying the Science of Personal Nutrition, 324.

Marti, A., Corbalan, M. S., Martinez-Gonzalez, M. A. et al. (2002). TRP64ARG polymorphism of the beta 3-adrenergic receptor gene and obesity risk: effect modification by a sedentary lifestyle. *Diabetes Obes. Metab.*, 4, 428—430.

Martinez, J. A., Corbalan, M. S., Sanchez-Villegas, A. et al. (2003). Obesity risk is associated with carbohydrate intake in women carrying the Gln27Glu beta2-adrenoceptor polymorphism. *J. Nutr.*, 133, 2549—2554.

Milner, J., Trujillo, E. B., Kaefer, C. M., Ross, S. (2008). Nutrigenomics. In: *Biosocial Surveys. Committee on advances in collecting and utilizing biological Indicators and Genetic Infomation in Social Science Surveys*. Washington: The National Academies Press.

Nutrigenomics (2009). *Nutrigenomics and Proteomics in Health and Disease: Food Factors and Gene Interactions* / ed. by Yoshinori Mine, Kazuo Miyashita and Fereidoon Shahidi. Wiley-Blackwell.

Ordovas, J. M., Mooser, V. (2004). Nutrigenomics and nutrigenetics. *Current Opinion in Lipidology*, 15(2), 101—108.

Pavlidis, C., Patrinos, G. P., Katsila, T. (2015). Nutrigenomics: A controversy. *Applied and translational genomics*, 4, 50—53. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.atg.2015.02.003>.

Powledge, T. (2003). Human Genome Project Completed. *Genome Biology*. DOI: <https://doi.org/10.1186%2Fgb-spotlight-20030415-01>.

Rankinen, T., Aamir, Z. Y., Chagnon, C. et al. (2006). The human obesity gene map: the 2005 update. *Obesity*, 14, 529—644.

Ross, S. A. (2003). Diet and DNA methylation interactions in cancer prevention. *Ann. N Y Acad. Sci*, 983, 197—207.

Terruzzi, I. M., Senesi, P., Montesano, A. et al. (2011). Genetic polymorphisms of the enzymes involved in DNA methylation and synthesis in elite athletes. *Physiol. Genomics*, 43(16), 965—973.

Verma, M., Hontecillas, R., Tubau-Juni, N., Abedi, V., Bassaganya-Riera, J. (2018). Challenges in Personalized Nutrition and Health. *Frontiers in Nutrition*, 5. DOI: <https://doi.org/10.3389%2Ffnut.2018.00117>.

Voloshyn, A., Vlasyk, L., Voloshyna, L., Ainussi, N., Sukholotiuk, L. (2020). Features of a health-improving diet for patients with chronic fatigue syndrome: Arguments, experience, discussion. *Єдине здоров'я та проблеми харчування України*, 1, 19—25. DOI: <https://doi.org/10.33273/2663-9726-2020-52-1-19-25>.

Watson, J. D. The Human Genome Project: Past, Present and Future. *Science*, 248(4951), 44—49. DOI: <https://doi.org/10.1126%2Fscience.2181665>.